

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-083200

(43)Date of publication of application : 31.03.1998

(51)Int.Cl. G10L 9/14

// H03M 7/30

(21)Application number : 08-237452

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 09.09.1996

(72)Inventor : SUZUKI MASANAO

OTA TAKASHI

YAMAZAKI YASUSHI

(54) ENCODING AND DECODING METHOD, AND ENCODING AND DECODING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress a grating noise that was included in a reproduced sound due to a spectrum smoothing processing, in the priors art of encoding and decoding.

SOLUTION: In response to an input signal, an LPC analysis unit 1 calculates a first LPC coefficient α_i , while a noise detector unit 2 detects whether the input signal is in a noise section or a speech section. If the input signal is in the speech section, an LPC synthesis filter unit 3 carries out a synthesis-filtering for the first LPC coefficient α_i and an excitation signal. In this case, the result of the synthesis-filtering is output as a reproduction sound. If the input signal is in the noise section, a spectral smoothing unit 4 smoothes the first LPC coefficient α_i and then the unit 3 carries out a synthesis-filtering for the smoothed first LPC coefficient and an excitation signal. In this case, the result of the synthesis-filtering is subjected to specific spectral attenuation on a spectral attenuation unit 5, and then is output as a reproduction sound.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-83200

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月31日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 L 9/14			G 1 0 L 9/14	H
// H 0 3 M 7/30		9382-5K	H 0 3 M 7/30	B

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願平8-237452	(71) 出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(22) 出願日	平成8年(1996) 9月9日	(72) 発明者	鈴木 政直 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	大田 恭士 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	山崎 泰 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 柏谷 昭司 (外2名)

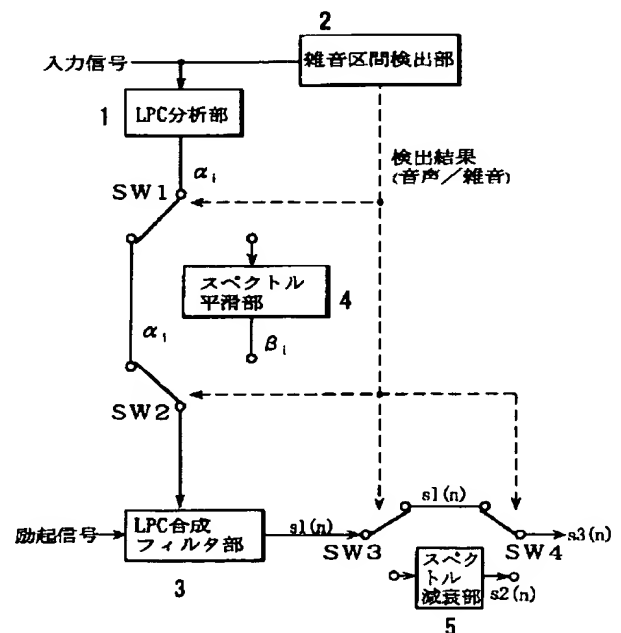
(54) 【発明の名称】 符号化、復号化方法及び符号化、復号化装置

(57) 【要約】

【課題】 符号化、復号化方法及び符号化、復号化装置に関し、スペクトル平滑処理による耳障りな再生音を抑圧する。

【解決手段】 L P C 係数を用いる符号化、復号化方法及び符号化、復号化装置に於いて、L P C 分析部 1 により第 1 の L P C 係数 α_i を求め、雑音区間検出部 2 により雑音区間か音声区間かを検出し、音声区間では、第 1 の L P C 係数 α_i を L P C 合成フィルタ部 3 に励起信号と共に入力して再生し、又雑音区間では、スペクトル平滑部 4 により第 1 の L P C 係数 α_i を、平滑化した周波数スペクトルを表す第 2 の L P C 係数 β_i に変換し、この第 2 の L P C 係数 β_i と励起信号とを L P C 合成フィルタ部 3 に入力し、その再生信号をスペクトル減衰部 5 に入力して、平滑化処理によって強調された周波数成分を減衰させる。

本発明の原理説明図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力信号を分析してLPC係数を求め、該LPC係数と励起信号とをLPC合成フィルタ部に入力して再生信号を求める過程を含む符号化方法に於いて、

前記入力信号が雑音のみを含む雑音区間であるか否かを判定し、雑音区間でない時は、前記入力信号を分析して求めた第1のLPC係数を前記LPC合成フィルタ部に入力して再生信号を求め、雑音区間の時は、前記第1のLPC係数を、平滑化した周波数スペクトルを表す第2のLPC係数とする平滑化処理を行い、該第2のLPC係数を前記LPC合成フィルタ部に入力して求めた再生信号について、前記平滑化処理によって強調された周波数成分を減衰させる過程を含むことを特徴とする符号化方法。

【請求項2】 前記平滑化処理は、前記第1のLPC係数に時間経過に従って変化し且つ1未満の正值の平滑化係数を乗算する過程を含むことを特徴とする請求項1記載の符号化方法。

【請求項3】 LPC係数を含む符号化データを復号化する方法に於いて、

前記符号化データが雑音のみを含む雑音区間であるか否かを判定し、雑音区間でない時は、前記符号化データの第1のLPC係数と前記符号化データを基に生成された励起信号とをLPC合成フィルタ部に入力して再生信号を求め、雑音区間の時は、前記第1のLPC係数を、平滑化した周波数スペクトルを表す第2のLPC係数とする平滑化処理を行い、該第2のLPC係数を前記LPC合成フィルタ部に入力して求めた再生信号について、前記平滑化処理によって強調された周波数成分を減衰させる過程を含むことを特徴とする復号化方法。

【請求項4】 前記平滑化処理は、前記第1のLPC係数に時間経過に従って変化し、且つ1未満の正值の平滑化係数を乗算する過程を含むことを特徴とする請求項3記載の復号化方法。

【請求項5】 入力信号が雑音のみを含む雑音区間であるか否かを検出する雑音区間検出部と、前記入力信号を分析して第1のLPC係数を求めるLPC分析部と、

前記雑音区間検出部により雑音区間と判定された時の前記LPC分析部からの第1のLPC係数を、平滑化した周波数スペクトルを表す第2のLPC係数とするスペクトル平滑部と、

前記雑音区間検出部により雑音区間でないと判定された時に、励起信号と前記第1のLPC係数とを入力して再生信号を出力し、前記雑音区間と判定された時に、前記励起信号と前記第2のLPC係数とを入力して再生信号を出力するLPC合成フィルタ部と、

前記雑音区間検出部により雑音区間と判定された時に、前記LPC合成フィルタ部からの再生信号を入力して前

記平滑化処理により強調された周波数成分を減衰させるスペクトル減衰部とを備えたことを特徴とする符号化装置。

【請求項6】 前記スペクトル減衰部は、減衰特性の異なる複数のスペクトル減衰器を選択可能に設けた構成を有することを特徴とする請求項5記載の符号化装置。

【請求項7】 前記スペクトル平滑部は、前記第1のLPC係数に時間経過に従って変化し、且つ1未満の正值の平滑化係数を乗算する構成を有することを特徴とする請求項5記載の符号化装置。

【請求項8】 入力された符号化データが雑音のみの雑音区間であるか否かを検出する雑音区間検出部と、該雑音区間検出部により雑音区間と判定された時に前記符号化データの第1のLPC係数を、平滑化した周波数スペクトルを表す第2のLPC係数とするスペクトル平滑部と、

前記雑音区間検出部により雑音区間でないと判定された時に、前記符号化データを基に生成された励起信号と前記第1のLPC係数とを入力して再生信号を出力し、前記雑音区間と判定された時に、前記励起信号と前記第2のLPC係数とを入力して再生信号を出力するLPC合成フィルタ部と、

前記雑音区間検出部により雑音区間と判定された時に、前記LPC合成フィルタ部からの再生信号を入力して前記平滑化処理により強調された周波数成分を減衰させるスペクトル減衰部とを備えたことを特徴とする復号化装置。

【請求項9】 前記スペクトル減衰部は、減衰特性の異なる複数のスペクトル減衰器を選択可能に設けた構成を有することを特徴とする請求項8記載の復号化装置。

【請求項10】 前記スペクトル平滑部は、前記第1のLPC係数に時間経過に従って変化し、且つ1未満の正值の平滑化係数を乗算する構成を有することを特徴とする請求項8記載の復号化装置。

【請求項11】 前記雑音区間検出部により雑音区間でないと判定された時に前記再生信号を入力し、雑音区間と判定された時に切り離すポストフィルタ部を設けたことを特徴とする請求項8記載の復号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、再生音声品質を改善する符号化、復号化方法及び符号化、復号化装置に関する。近年、デジタル信号処理技術の進歩により、自動車電話や携帯電話等のデジタル通信システムが普及しており、又デバイス技術の向上等によって、高性能で且つ安価なパソコン（パーソナル・コンピュータ）が市場に出回り、オフィスや一般家庭に設置されるようになった。このような状況下に於いて、パソコンと高速デジタル回線とを利用したTV（テレビジョン）会議システムの需要が見込まれている。このようなシステムに於

3

いては、画像になるべく多くの伝送レートを割当てて、できる限り音声符号化の伝送レートを低く抑えたと共に、再生音質を劣化させないような音声の符号化、復号化が要望されている。

【0002】

【従来の技術】自動車電話や携帯電話等のデジタル通信システムに於いては、無線周波数の有効利用の観点から、電話帯域（0.3～3.4kHz）の音声を、4～8kb/s程度の伝送レートで符号化することが要望されており、既に各種の符号化、復号化方式が提案されている。又TV会議システムに於いては、画像と音声とを併せて、伝送レートを64kb/s以下に抑える為に、音声を16kb/s以下の伝送レートで符号化することが要望されている。又このTV会議システムに於いては、臨場感、自然性に富む広帯域音声（0.05～7kHz）の伝送が可能な符号化方式が要望されている。

【0003】このような要望に対応できる符号化方式として、CELP（Code Excited Linear Prediction）方式が知られている。このCELP方式により代表される音声符号化方式に於いては、音声の周波数特性を

$$H(z) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^p a_i z^{-i}} \quad \dots (1)$$

【0006】又適応符号帳85から順次取り出した符号ベクトルを、ゲイン制御部87と加算部84とを介してLPC合成フィルタ82に入力し、このLPC合成フィルタ82により再生した信号と入力信号との差分を誤差として求め、誤差電力の評価部89に於いて誤差電力が最小となる適応符号帳85からの符号ベクトルを最適適応符号帳ベクトルとし、そのインデックス情報を復号化装置側へ伝送し、又ゲイン制御部87のゲインを量子化したインデックス情報を復号化装置側へ伝送する。

【0007】又入力信号と最適符号帳ベクトルによる再生信号との誤差信号をターゲット信号として、雑音符号帳86から順次雑音符号帳ベクトルを取り出し、ゲイン制御部88を介してLPC合成フィルタ82に入力して再生した信号との誤差を求め、その誤差電力が最小となる符号ベクトルを最適雑音符号帳ベクトルとし、そのインデックス情報を復号化装置側へ伝送し、又ゲイン制御部88のゲインを量子化したインデックス情報を復号化装置側へ伝送する。即ち、合成による分析A-b-S

(Analysis by Synthesis)が行われる。

【0008】この符号化データを受信して音声再生を行う復号化装置に於いても、符号化装置側と同様の適応符号帳と雑音符号帳とゲイン制御部とLPC合成フィルタを含む構成を備え、LPC係数に対応して形成されるLPC合成フィルタに、インデックス情報に対応した励起信号を入力して、音声信号を復号化して再生するものである。

4

表す線形予測係数（Linear Predictive Coding 係数；LPC係数）と、音声のピッチ成分と雑音成分とからなる励起信号（音源情報）を表すパラメータを効率良く伝送することができるものである。

【0004】図8はCELP方式の説明図であり、符号化装置の要部を示し、81はLPC分析部、82はLPC合成フィルタ、83、84は加算部、85は適応符号帳、86は雑音符号帳、87、88はゲイン制御部、89は誤差電力の評価部である。適応符号帳85及び雑音符号帳86は、それぞれインデックス1～L、1～Nに対応する符号ベクトルを格納している。

【0005】入力信号がLPC分析部81と加算部83とに入力され、LPC分析部81に於いては、人間の声道を式（1）で表される全極型フィルタと見做して、フィルタH(z)の係数 α_i （ $i=1, 2, \dots, p$ ）を求めて、LPC合成フィルタ82に入力する。ここで、pは分析次数を示し、例えば、電話帯域音声の場合は、 $p=10 \sim 12$ 、広帯域音声の場合は、 $p=16 \sim 20$ の値を用いるのが一般的である。

【数1】

【0009】前述のCELP方式は、再生音声品質を維持しながら、高能率圧縮符号化を行う為に、音声の生成モデルに基づく符号化を行っている。その為に、背景雑音が重畳された音声信号については、不自然な再生音となる場合がある。即ち、音声と異なる性質を有する雑音についても、音声と同様な性質を有するものと仮定して符号化処理を行う為、背景雑音のみが入力された区間に於ける再生音は不自然なものとなる。

【0010】又LPC分析部81に於いて音声の周波数特性を表すLPC係数 α_i を求めるもので、このLPC分析の単位となる分析窓は、一般には20～30msが適当とされている。これは、このような音声区間では定常であるという知見に基づいたものである。しかし、背景雑音については各種の種類が存在し、定常区間の長さは音声と同じとは限らないものである。

【0011】図9は空調音スペクトル（分析窓30ms）を示し、0～8000Hzの周波数対応の振幅[dB]をフレーム対応に示すものである。これに対して、分析窓を120msとすると、図10に示すスペクトルとなる。なお、サンプリング周波数は16kHzである。

【0012】分析窓が30msの場合は、図9に示すように、フレーム毎にピークが変動しており、聴覚上不自然さを有するものとなる。これに対して、120msの分析窓の場合は、図10に示すように、フレーム間の変動は小さく、不自然さが少ない定常な雑音として聴取で

5

きることになる。従って、雑音についてみると、符号化する為の分析窓は、30ms程度では不充分であり、120ms程度の長さとするのが望ましいことになる。

【0013】しかし、音声信号については、分析窓を120ms程度の長さにとすると、分析区間の定常性が仮定できなくなる為、LPC分析の推定精度が劣化して、再生音声品質が低下し、且つ符号化開始までの遅延時間が大きくなり、会話の場合に不自然な感じを与えることになる。従って、音声信号の符号化に於いては、分析窓長を大きくすることができないことになる。

【0014】そこで、雑音スペクトルを白色化するスペクトル平滑法と称する手段が提案されている。このスペ

$$H(z) = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^p \alpha_k z^{-k}} \quad \dots (2)$$

$$\begin{aligned} S(\omega) &= |H(z)|_{z=e^{j\omega T}}^2 \\ &= |H(e^{j\omega T})|^2 \\ &= \frac{1}{\left| 1 + \sum_{k=1}^p \alpha_k \exp(-jk\omega T) \right|^2} \quad \dots (3) \end{aligned}$$

【0016】この周波数スペクトル $S(\omega)$ を平滑化する為、軸外スペクトルの概念を導入する。式(2)の $H(z)$ の軸外スペクトルは、 z 領域から周波数領域に変化する際に、 z を式(4)とすることにより、式

$$z = \exp[(\sigma + j\omega)T] \quad \dots (4)$$

$$\begin{aligned} \bar{S}(\omega) &= |H(z)|_{z=\exp[(\sigma + j\omega)T]}^2 \\ &= \frac{1}{\left| 1 + \sum_{k=1}^p \alpha_k \exp[-k(\sigma + j\omega)T] \right|^2} \\ &= \frac{1}{\left| 1 + \sum_{k=1}^p \alpha_k g^k \exp(-jk\omega T) \right|^2} \quad \dots (5) \end{aligned}$$

【0017】図11は周波数スペクトルの一例の説明図であり、式(4)に示すように、 σ は ω (角周波数)に依存しないパラメータであるから、 g (即ち、 σ)の値を変えることによって、実線で示す元の周波数スペクトル $S(\omega)$ のホルマント周波数 $\omega_1 \sim \omega_4$ を変化させることなく、ホルマントの帯域幅を変化させることが可能となる。即ち、 $g < 1$ とすることにより、上側の点線曲線のように、ホルマント周波数 $\omega_1 \sim \omega_4$ を変化させることなく、周波数スペクトルを平坦化することができる。なお、 $g = 1$ とすると、実線で示す元の周波数スペクトルとなり、又 $g > 1$ とすると、下側の点線曲線のように、ホルマントを強調したスペクトルとなる。

【0018】図12は平滑化前と後との空調音スペクトル

6

クトル平滑法は、雑音区間に於けるスペクトルの時間的な変化を小さくして、再生された雑音を聞きやすい雑音に変換するものである。符号化システム側では、LPC分析により音声の周波数特性を表す p 個の α 係数又はその量子化値の α_i を求める。又復号化システム側では、符号化データの α 係数の量子化値を用いる。

【0015】この α 係数は、声道を模擬した式(2)のフィルタ係数であるから、この式(2)の $H(z)$ の周波数スペクトル $S(\omega)$ は、 $z = \exp(j\omega T)$ として、式(3)で表される。なお、 $k = 1, 2, \dots, p$ 、 T =サンプリング周期である。

【数2】

(5)で表される。ここで、 σ は正の整数、 g は e の $(-\sigma T)$ 乗で表される。

【数3】

ルを示し、分析窓を30msとし、(A)は平滑化処理前、(B)は平滑化処理後のそれぞれ空調音スペクトルを示す。(A)に於いては、図9に示す空調音スペクトルと同様にフレーム毎にピークが変化しているが、平滑化処理により、(B)に示すように、フレーム間(時間軸上)の変動は少なくなる。従って、分析窓長を大きくすることなく、平滑化処理により耳障りな雑音の再生を抑圧することができる。

【0019】即ち、雑音区間では、LPC分析により求めた α 係数をそのまま用いるのではなく、式(6)に示すように、平滑化処理を行って得られた値 α_k' を用いるものである。この場合、 g は1未満の正の定数の平滑化係数である。

7

$$\alpha_k' = g^k \cdot \alpha_k \quad (0 < g < 1, k = 1, 2, \dots, p) \quad \dots (6)$$

【0020】

【発明が解決しようとする課題】LPC係数を用いる符号化、復号化方法及び符号化、復号化装置に於いて、前述のスペクトル平滑化法により、雑音区間に於けるスペクトルの時間的変化を、分析窓を大きくすることなく平坦なものに変換して、再生音声の不自然さを取り除くことができる。この場合、図12の(A)に示すスペクトルに対して平滑化処理を行うと、(B)に示すように、高域周波数成分が強調されたものとなる。又高域周波数成分に比較して低域周波数成分のレベルが低い雑音のスペクトルを平滑化すると、低域周波数成分が強調されたスペクトルとなる。

【0021】一般に、音声のパワーの大部分は低域に集中し、周波数が高くなるに従ってパワーは小さくなる傾向を有するものである。従って、音声区間では高域周波数成分のパワーが小さい為に知覚されにくい、雑音区間では平滑化処理によって高域周波数成分が強調され、通常の雑音と異なる周波数成分となるから、耳障りな再生音となる。特に、TV会議システム等の0.05~7kHzの広帯域音声については、電話帯域音声よりも、スペクトル平滑化法により強調された高域周波数成分による耳障りさが大きくなり、再生音質の劣化の問題が生じる。本発明は、スペクトル平滑化法の問題点を解決することを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明の符号化方法は、(1)入力信号を分析してLPC係数を求め、このLPC係数と励起信号とをLPC合成フィルタ部3に入力して再生信号を求める過程を含む符号化方法に於いて、入力信号が雑音のみを含む雑音区間であるか否かを判定し、雑音区間でない時は、入力信号を分析して求めた第1のLPC係数 α_i をLPC合成フィルタ部3に入力して再生信号 $s_1(n)$ を求め、雑音区間の時は、第1のLPC係数 α_i を、平滑化した周波数スペクトルを表す第2のLPC係数 β_i とする平滑化処理を行い、この第2のLPC係数 β_i をLPC合成フィルタ部3に入力して求めた再生信号 $s_1(n)$ について、平滑化処理によって強調された周波数成分を減衰させる過程を含むものである。従って、平滑化処理により高域周波数成分が強調された場合は、ローパスフィルタ等によって高域周波数成分を減衰させ、耳障りな再生音とならないようにする。

【0023】又(2)平滑化処理は、第1のLPC係数 α_i に時間経過に従って変化し且つ1より小さい正值の平滑化係数を乗算する過程を含むことができる。それにより、雑音区間と音声区間との切替えによる周波数特性の急激な変化を、滑らかに変化するように制御できる。

【0024】又本発明の復号化方法は、(3)LPC係数を含む符号化データを復号化する方法に於いて、符号

8

化データが雑音のみを含む雑音区間であるか否かを判定し、雑音区間でない時は、符号化データの第1のLPC係数と符号化データを基に生成された励起信号とをLPC合成フィルタ部に入力して再生信号を求め、雑音区間の時は、第1のLPC係数を、平滑化した周波数スペクトルを表す第2のLPC係数とする平滑化処理を行い、この第2のLPC係数をLPC合成フィルタ部に入力して求めた再生信号について、平滑化処理によって強調された周波数成分を減衰させる過程を含むものである。

【0025】又(4)平滑化処理は、第1のLPC係数に時間経過に従って変化し、且つ1より小さい正值の平滑化係数を乗算する過程を含むことができる。

【0026】又本発明の符号化装置は、(5)入力信号が雑音のみを含む雑音区間であるか否かを検出する雑音区間検出部2と、入力信号を分析して第1のLPC係数 α_i を求めるLPC分析部1と、雑音区間検出部2により雑音区間と判定された時のLPC分析部1からの第1のLPC係数 α_i を、平滑化した周波数スペクトルを表す第2のLPC係数 β_i とするスペクトル平滑部4と、雑音区間検出部2により雑音区間でないと判定された時に、励起信号と第1のLPC係数 α_i とを入力して再生信号を出力し、雑音区間と判定された時に、励起信号と第2のLPC係数 β_i とを入力して再生信号を出力するLPC合成フィルタ部3と、雑音区間検出部2により雑音区間と判定された時に、LPC合成フィルタ部3からの再生信号を入力して、平滑化処理により強調された周波数成分を減衰させるスペクトル減衰部5とを備えている。

【0027】又(6)スペクトル減衰部5は、減衰特性の異なる複数のスペクトル減衰器を選択可能に設けた構成とすることができる。即ち、ユーザの聴力特性等に対応して雑音区間に於ける再生音特性を選択することができる。

【0028】又(7)スペクトル平滑部4は、第1のLPC係数 α_i に時間経過に従って変化し、且つ1より小さい正值の平滑化係数を乗算する構成とすることができる。

【0029】又本発明の復号化装置は、(8)入力された符号化データが雑音のみの雑音区間であるか否かを検出する雑音区間検出部と、この雑音区間検出部により雑音区間と判定された時に、符号化データの第1のLPC係数を、平滑化した周波数スペクトルを表す第2のLPC係数とするスペクトル平滑部と、雑音区間検出部により雑音区間でないと判定された時に、符号化データを基に生成された励起信号と第1のLPC係数とを入力して再生信号を出力し、雑音区間と判定された時に、励起信号と第2のLPC係数とを入力して再生信号を出力するLPC合成フィルタ部と、雑音区間検出部により雑音区間と判定された時に、LPC合成フィルタ部からの再生

10

20

30

40

50

信号を入力して、平滑化処理により強調された周波数成分を減衰させるスペクトル減衰部とを備えている。

【0030】又(9)スペクトル減衰部は、減衰特性の異なる複数のスペクトル減衰器を選択可能に設けた構成とすることができる。

【0031】又(10)スペクトル平滑部は、第1のLPC係数に時間経過に従って変化し、且つ1より小さい値の平滑化係数を乗算する構成とすることができる。

【0032】又(11)雑音区間検出部により雑音区間でないと判定された時に再生信号を入力し、雑音区間と判定された時に切り離すポストフィルタ部を設けることができる。

【0033】

【発明の実施の形態】図1は本発明の原理説明図であり、入力信号を符号化する場合を示し、1はLPC分析部、2は雑音区間検出部、3はLPC合成フィルタ部、4はスペクトル平滑部、5はスペクトル減衰部、SW1～SW4はスイッチ回路を示す。

【0034】雑音区間検出部2は、入力信号のレベル、周波数特性等を基に音声区間であるか雑音区間であるかを判定し、音声区間の場合は、スイッチ回路SW1～SW4を図示の状態とし、雑音区間の場合は、図示状態から切替えるように制御する。従って、音声区間の場合は、スペクトル平滑部4とスペクトル減衰部5とは切り離されており、雑音区間の場合は、スペクトル平滑部4はLPC分析部1とLPC合成フィルタ部3との間に接続され、スペクトル減衰部5はLPC合成フィルタ部3の出力側に接続される。

【0035】LPC分析部1は、入力信号を分析し、第1のLPC係数 α_i ($i=1, 2, \dots, p$)を求め、入力信号が音声区間の場合は、スイッチ回路SW1, SW2を介してLPC合成フィルタ部3に入力し、雑音区間の場合は、スイッチ回路SW1, SW2が切替えられるから、スペクトル平滑部4に入力する。このスペクトル平滑部4は、雑音区間に於ける周波数スペクトルを平滑化して第2のLPC係数 β_i を出力し、LPC合成フィルタ部3に入力する。

【0036】LPC合成フィルタ部3は、音声区間では第1のLPC係数 α_i 、雑音区間では第2のLPC係数 β_i をフィルタ係数とし、励起信号が入力されることにより、再生信号 $s_1(n)$ ($n=0, 1, \dots, N-1$)を出力するものである。なお、Nは符号化処理の単位のフレーム長を示す。

【0037】この再生信号 $s_1(n)$ は、音声区間に於いては信号 $s_3(n)$ として出力され、雑音区間に於いてはスペクトル減衰部5に入力されて、スペクトル平滑部4により強調された周波数成分が減衰され、信号 $s_3(n)$ として出力される。従って、スペクトル減衰部5は、スペクトル平滑部4により強調された周波数成分に対応して各種のフィルタ構成を適用することができるも

ので、例えば、高域周波数成分が強調された場合はローパスフィルタにより構成することができる。或いは、バンドパスフィルタ等を適用することも可能である。

【0038】図2は本発明による空調音スペクトルを示し、図12の(B)に示す平滑化処理により高域周波数成分が強調された空調音スペクトルに対して、スペクトル減衰部5により高域周波数成分を減衰させた場合を示す。それにより、0.05～7kHzの広帯域の音声の符号化に於いても、雑音区間についての再生音の自然さを保つと共に耳障りな高域周波数成分を抑圧することができる。

【0039】図3は本発明の第1の実施の形態の説明図であり、復号化の場合を示し、11は符号化データ復号部、12は雑音区間検出部、13はLPC合成フィルタ部、14はスペクトル平滑部、15はスペクトル減衰部、16は適応符号帳、17は雑音符号帳、18, 19はゲイン制御部、20は加算部、SW1, SW2はスペクトル平滑部14を接続するか切り離すかを制御するスイッチ回路、SW3, SW4はスペクトル減衰部15を接続するか切り離すかを制御するスイッチ回路である。

【0040】符号化データ復号部11に於いて、符号化データから、フレーム電力Pow、第1のLPC係数 α_i 、適応符号帳インデックス情報Index1、雑音符号帳インデックス情報Index2、適応符号帳ゲイン G_0 、雑音符号帳ゲイン G_1 が復号化され、雑音区間検出部12は、フレーム電力Powと閾値とを比較し、閾値以上ならば音声区間と判定し、閾値未満ならば雑音区間と判定し、有音/無音の区間の検出結果に対応してスイッチ回路SW1～SW4を制御する。なお、雑音区間検出部12は、符号化データ復号部11からフレーム電力Powが入力されない場合、例えば、LPC合成フィルタ部13により再生された信号 $s_1(n)$ のパワーを求めて閾値と比較し、音声/雑音区間の検出を行うことも可能である。

【0041】入力された符号化データが音声区間を示す時は、雑音区間検出部12の制御により、スイッチ回路SW1～SW4は図示の状態に切替えられ、スペクトル平滑部14及びスペクトル減衰部15は切り離されている。従って、第1のLPC係数 α_i は、スイッチ回路SW1, SW2を介してLPC合成フィルタ部13に入力される。

【0042】又雑音区間検出部12により雑音区間と判定した時は、スイッチ回路SW1～SW4は図示状態から切替えられて、符号化データ復号部11とLPC合成フィルタ部13との間にスペクトル平滑部14が接続され、又LPC合成フィルタ部13の出力側にスペクトル減衰部15が接続される。

【0043】スペクトル平滑部14は、第1のLPC係数 α_i によってLPC合成フィルタを動作させた場合の周波数スペクトルを平滑化した周波数スペクトルを有す

る第2のLPC係数 β_i を算出するものであって、各種の平滑化処理手段を適用できるものであり、例えば、式

$$\beta_i = g^i \cdot \alpha_i$$

但し、 $0 < g < 1$ 、 $i = 1, 2, \dots, p$

【0044】又適応符号帳インデックス情報Index 1により、適応符号帳16から励起信号のピッチ周期成分を表す信号 $p(n)$ （但し、 $n = 0, 1, 2, \dots, N-1$ 、 N =フレーム長）が出力され、又雑音符号帳インデックス情報Index 2により、雑音符号帳17から励起信号の雑音成分を表す信号 $x(n)$ が出力され

$$ex(n) = G_0 \cdot p(n) + G_1 \cdot x(n)$$

で表される。

【0046】LPC合成フィルタ部13は、音声区間の場合は第1のLPC係数 α_i 、雑音区間の場合は第2のLPC係数 β_i をフィルタ係数として、励起信号 $ex(n)$ が入力されて再生信号 $s1(n)$ が出力される。音声区間の場合は、この再生信号 $s1(n)$ が出力信号 $s3(n)$ となる。又雑音区間の場合は、再生信号 $s1(n)$ はスペクトル減衰部15に入力され、平滑化処理により強調された周波数成分が減衰され、その出力信号

$$s2(n) = (1/2) [s1(n) + s1(n-1)] \quad \dots (9)$$

【0048】従って、雑音区間の周波数スペクトルを、スペクトル平滑部14に於いて平滑化することにより再生音の不自然さを無くし、且つその平滑化処理によって強調された周波数成分を、スペクトル減衰部15に於いて減衰させて、耳障りな雑音を聞きやすい雑音に変えることができる。

【0049】又前述の符号化データ復号部11、雑音区間検出部12、LPC合成フィルタ部13、スペクトル平滑部14、スペクトル減衰部15等は、それぞれの機能のハードブロックとして構成し、スイッチ回路SW1～SW4をゲート回路等により構成することもできるが、プロセッサの演算機能によってそれらを構成することも可能である。

$$\alpha_k' = g^k \cdot \alpha_k$$

但し、 $0 < g < 1$ 、 $k = 1, 2, \dots, p$

の変換を行う。この場合、平滑化係数 g を零に近づける程、平滑化処理後のスペクトルが平坦となり、反対に1に近づける程、平滑化処理後のスペクトルが元のスペクトルに近いものとなる。そして、この平滑化係数 g を時間的に変化させるものである。

【0052】この平滑化係数 g を時変定数として定義する方法は、種々な方法を適用することができる。例え

$$g_j = \begin{cases} 1 - \frac{g_0 - g_1}{D} j & (j < D) \\ g_1 & (j \geq D) \end{cases} \quad \dots (11)$$

【0053】又平滑化処理により得られる第2のLPC

$$\alpha_j'(k) = g_j^k \cdot \alpha_j(k)$$

で表され、平滑化係数 g_j は、雑音区間の先頭からDフレーム目までは、初期値の1から最終値の g_1 まで直線

(7)の変換を用いることができる。

... (7)

る。

【0045】又ゲイン制御部18に、適応符号帳ゲイン G_0 と信号 $p(n)$ とが入力され、ゲイン制御部19に、雑音符号帳ゲイン G_1 と信号 $x(n)$ とが入力されて、それぞれの出力信号が加算部20に於いて加算されて、励起信号 $ex(n)$ として、LPC合成フィルタ部13に入力される。即ち、励起信号 $ex(n)$ は、

... (8)

$s2(n)$ が出力信号 $s3(n)$ となる。

【0047】スペクトル減衰部15は、前述のように、スペクトル平滑部14に於ける平滑化処理によって強調された周波数成分を減衰させるものであるから、各種のフィルタ構成を適用することができる。例えば、高域周波数成分が強調された場合、式(9)に示すような簡易なフィルタ処理によって高域周波数成分を減衰させることができる。

【0050】又雑音区間が短い場合、即ち、音声区間と雑音区間とが頻繁に切替えられるような場合、スペクトル平滑部14とスペクトル減衰部15とが頻繁に切替えられて、周波数特性が急激に繰り返して切替えられるから、再生音の断続の感じが強くなって不自然な音となる。又背景雑音レベルが大きい場合は、音声区間にも背景雑音が重畳していることになり、音声区間から雑音区間に切替えた時に、スペクトル平滑化処理によって再生音の周波数特性が急激に変わると、不自然な音となる。

【0051】そこで、スペクトル平滑化処理を時間的に変化させる。即ち、スペクトル平滑部14に於いて、第1のLPC係数 α_i に対して平滑化係数 g を用いて、

... (10)

ば、フレーム単位で線形に変化させる場合、そのフレーム数を D 、平滑化係数 g の初期値 $g_0 = 1$ とし、雑音区間の先頭から D フレーム目に於ける平滑化係数 g の値（最終値）を g_1 とすると、雑音区間の先頭から j 番目のフレームに於ける平滑化係数 g_j は、式(11)により与えられる。

【数4】

係数 $\alpha_j'(k)$ は、

... (12)

的に減少し、 D フレーム目以降は最終値の g_1 一定となる。従って、音声区間から雑音区間に変化した直後のフ

レームについては、元のスペクトルから徐々に平坦なスペクトルとなるように変化し、Dフレーム以降は平滑化係数 g_1 に従った平坦なスペクトルとなる。それによって、雑音区間が短い場合でも、再生音の断続感を抑制することができる。

【0054】図4は本発明の第2の実施の形態の説明図であり、図3と同一符号は同一部分を示し、15aは、複数の異なる特性のスペクトル減衰器15-1~15-Mからなるスペクトル減衰部、SW5、SW6は、選択情報に従ってスペクトル減衰器15-1~15-Mを選択接続するスイッチ回路である。

【0055】符号化データについての音声区間、無音区間の検出結果に従って、スイッチ回路SW1~SW4を制御し、無音区間に於ける第1のLPC係数 α_i の平滑化処理や、LPC合成フィルタ部13による再生信号 $s_1(n)$ の出力処理等は、前述の図3と同様であるから、重複した説明は省略する。

【0056】この実施の形態に於いては、スペクトル減衰部15aを複数の異なる特性のスペクトル減衰器15-1~15-Mにより構成して、選択情報により選択して最適化を図るものである。即ち、携帯電話システムやTV会議システムに於ける背景雑音としては、空調音、自動車等の走行音、周囲の話し声等の多種多様な雑音が存在することから、それぞれ周波数特性も相違する。従って、雑音区間のスペクトル平滑化処理を行った場合に、耳障りの要因となる周波数成分も異なったものとなる。

【0057】そこで、異なる特性のスペクトル減衰器15-1~15-Mを設けて、背景雑音の再生音が聞きやすい音となるように、選択情報によって選択する。即ち、ユーザが好みに応じて減衰特性を選択することができる。或いは、スペクトル平滑化処理前後の周波数スペクトルを比較し、予め設定した閾値以上に強調された周波数成分を減衰させるのに最適なスペクトル減衰器を、自動的に選択する手段を適用することも可能である。

【0058】図5は本発明の第3の実施の形態の説明図であり、図3と同一符号は同一部分を示し、21はポストフィルタ部、SW7、SW8はスイッチ回路である。

$$P(z) = \frac{1 - \sum_{i=1}^p a_i r_i z^{-i}}{1 - \sum_{i=1}^p a_i r_i z^{-i}} \quad \dots (13)$$

【0063】この式(13)に於ける a_i は、LPC合成フィルタ部13に於いて用いるLPC係数である。又 γ_1 、 γ_2 は定数である。例えば、電話帯域音声の場合には、 $\gamma_1 = 0.5$ 、 $\gamma_2 = 0.8$ とすることにより、

$$P_2(z) = 1 - \mu z^{-1}$$

但し、 μ は定数であり、例えば、電話帯域音声の場合には、 $\mu = 0.5$ とすることにより、所望の効果を得るこ

この実施の形態は、図3に示す実施の形態に対して、ポストフィルタ部21を設け、音声区間ではスイッチ回路SW7、SW8により出力信号 $s_3(n)$ をポストフィルタ部21に入力し、雑音区間ではスイッチ回路SW7、SW8によりポストフィルタ部21をバイパスするように切替えるものである。従って、図3に示す実施の形態と同様の部分について重複する説明は省略する。

【0059】CELP方式に代表される音声符号化、復号化システムに於いては、LPC合成フィルタ部の後段にポストフィルタ部を設けることが多い。又音声のスペクトルは、例えば、図11に示すように、共振のピークを表す複数のホルマントが存在する。一般には、量子化雑音スペクトルは全周波数にわたって一様な振幅レベルを持つものである。この為、再生音スペクトルのホルマント付近の量子化雑音はマスクされて聞こえなくなるが、隣接するホルマント間の谷間の領域では量子化雑音がマスクされないから、雑音として聞こえることになる。

【0060】このような量子化雑音の影響を軽減する為に、ポストフィルタ部によって再生音スペクトルの谷間の領域の周波数成分を減衰すれば良いことになる。人間の耳は、スペクトルの山(ホルマント)に対して敏感であるが、谷間の領域に対してはそれ程敏感ではない。従って、谷間の領域の周波数成分を減衰させても、再生音の聴感には劣化しないことになる。実際にポストフィルタ部を設けることにより、滑らかな再生音とすることができる。

【0061】一般に、ポストフィルタ部は、スペクトル整形フィルタと高域強調フィルタとの縦続接続によって構成される。このスペクトル整形フィルタは、スペクトルの谷間の領域を減衰させるものであるが、ローパスフィルタと同様な作用も有するから、高域強調フィルタによって、減衰された高域周波数成分を強調するものである。

【0062】スペクトル整形フィルタとしては、式(13)の極零型フィルタを用いることができる。

【数5】

所望の効果が得られる。又高域強調フィルタとしては種々のフィルタを用いることが可能であるが、例えば、式(14)に示すような簡易なフィルタを用いることもできる。

$$\dots (14)$$

とができる。

【0064】しかし、前述のポストフィルタ部21は、

雑音区間に於いて不都合を生じるものである。即ち、スペクトル平滑部 14 に於いてスペクトルを平坦にしようとしているにも拘らず、スペクトル整形フィルタがスペクトルの山と谷とを強調することになり、又スペクトル減衰部 15 に於いては、強調された例えば高域周波数成分を減衰しようとしているにも拘らず、高域強調フィルタによって高域周波数成分を強調することになる。

【0065】そこで、雑音区間に於いては、スイッチ回路 SW7、SW8 によってポストフィルタ部 21 を切り離し、スペクトル減衰部 15 の出力信号 $s_2(n)$ をスイッチ回路 SW7、SW8 を介して出力信号 $s_5(n)$ として前述の問題点を無くし、又音声区間に於いては、スイッチ回路 SW7、SW8 によってポストフィルタ部 21 を接続し、その出力信号 $s_4(n)$ をスイッチ回路 SW8 を介して出力信号 $s_5(n)$ とする。従って、音声区間では、量子化雑音を抑圧した再生音声を得ることができ、又雑音区間では、聴覚上の不自然さのない再生雑音を得ることができる。

【0066】図 6 は本発明の第 4 の実施の形態の説明図であり、入力信号を符号化する場合を示し、31 は LPC 分析部、32 は雑音区間検出部、33 は LPC 合成フィルタ部、34 はスペクトル平滑部、35 はスペクトル減衰部、36 は適応符号帳、37 は雑音符号帳、38、39 はゲイン制御部、40 は加算部、41、44 はパラメータ変換部、42 は反射係数量子化部、43 は反射係数逆量子化部、45、46 はゲイン量子化部、47 は誤差評価部、48 は加算部である。

【0067】LPC 分析部 31 と雑音区間検出部 32 と LPC 合成フィルタ部 33 とスペクトル平滑部 34 とスペクトル減衰部 35 とは、それぞれ図 1 の LPC 分析部 1 と雑音区間検出部 2 と LPC 合成フィルタ部 3 とスペクトル平滑部 4 とスペクトル減衰部 5 とに対応しており、他の演算処理を行う部分を含めて、プロセッサ等の演算処理機能によって実現することも可能である。

【0068】入力信号 $s(n)$ は、LPC 分析部 31 と雑音区間検出部 32 と加算部 48 とに加えられ、雑音区間検出部 32 は、雑音のみが含まれる雑音区間と音声を含む音声区間とを検出するもので、各種の検出手段を適用することができる。例えば、図 1 に於ける雑音区間検出部 2 について説明した場合と同様に、現フレームの電力を求め、音声区間のフレーム電力が雑音区間のフレーム電力より大きいことを利用し、予め設定した閾値と比較して、この閾値以上の場合に音声区間と判定し、閾値未満の場合に雑音区間と判定することができる。そして、この雑音区間検出部 32 による音声／雑音区間の検出結果は、符号化データに付加されて復号化装置側へ伝送される。

【0069】又 LPC 分析部 31 は、図 1 の LPC 分析部 1 に対応するものであり、第 1 の LPC 係数 α_i ($i = 1, 2, \dots, p$) (p = 分析次数) を求める。又ス

イッチ回路 SW1 ～ SW4 は、雑音区間検出部 32 の音声／雑音区間の検出結果に従って制御され、音声区間は図示の状態に切替えられ、雑音区間は反対側に切替えられる。

【0070】従って、現フレームが音声区間の場合は、LPC 分析部 31 からの第 1 の LPC 係数 α_i がパラメータ変換部 41 に入力され、又雑音区間の場合は、第 1 の LPC 係数 α_i がスペクトル平滑部 34 に入力され、平滑化処理された第 2 の LPC 係数 β_i ($i = 1, 2, \dots, p$) がパラメータ変換部 41 に入力される。

【0071】CELP 方式等の音声符号化システムに於いては、LPC 係数を復号化装置側へ伝送しなければならないが、LPC 係数は量子化特性が良くないから、そのまま量子化されることは少ないものである。その為、量子化特性の良い他のパラメータに変換されてから量子化されるのが一般的である。従って、この実施の形態に於いては、パラメータ変換部 41 により LPC 係数 α_i を反射係数 k_i ($i = 1, 2, \dots, p$) に変換する場合を示す。なお、この反射係数 k_i の代わりに、LSP (Line Spectrum Pairs) 係数等の他のパラメータを用いることも可能である。

【0072】パラメータ変換部 41 に於いて変換された反射係数 k_i は、反射係数量子化部 42 に於いて量子化され、インデックス情報 Index 3 が生成され、このインデックス情報 Index 3 は復号化装置側へ伝送される。又反射係数逆量子化部 43 は、インデックス情報 Index 3 から反射係数の逆量子化値 k_i' ($i = 1, 2, \dots, p$) を求め、パラメータ変換部 44 に於いて逆量子化値 k_i' から LPC 係数 γ_i ($i = 1, 2, \dots, p$) に変換して、LPC 合成フィルタ部 33 に入力する。

【0073】従って、復号化装置側に於いても、受信したインデックス情報 Index 3 から反射係数逆量子化部により反射係数の逆量子化値 k_i' を求め、この逆量子化値 k_i' からパラメータ変換部により LPC 係数 γ_i に変換して LPC 合成フィルタ部に入力することになるから、符号化装置側と復号化装置側との LPC 合成フィルタ部は、同じ LPC 係数 γ_i を用いて再生信号 $s_1(n)$ ($n = 0, 1, 2, \dots, N-1$) (N = フレーム長) を得ることができる。

【0074】又適応符号帳 36 は、過去のフレームに於ける励起信号を保持しているバッファメモリに相当する。この適応符号帳の探索は、再生音質を向上させる為に、フレームを細分化したサブフレーム単位で行う方式が一般的であるが、簡略化の為にフレーム単位で行う場合について説明する。即ち、適応符号帳 36 から連続する信号をフレーム長だけ取り出し、この信号系列を適応符号帳出力 $p(n)$ ($n = 0, 1, 2, \dots, N-1$) とすると、この適応符号帳出力 $p(n)$ にゲイン制御部 38 により適当なゲインを乗じた信号 $e(n)$ を、

LPC係数 γ_i で構成されるLPC合成フィルタ部33に入力して合成し、再生信号 $s_1(n)$ を求める。

【0075】音声区間の場合は、再生信号 $s_1(n)$ を加算部48へ $s_3(n)$ として入力し、入力信号 s

(n) との差分を求めて誤差評価部47に入力する。又雑音区間の場合は、再生信号 $s_1(n)$ をスペクトル減衰部35に入力し、スペクトル平滑部34に於ける平滑化処理により強調された周波数成分を減衰させた信号 $s_2(n)$ とし、これを加算部48へ $s_3(n)$ として入力し、入力信号 $s(n)$ との差分を求めて誤差評価部47に入力する。

【0076】雑音区間に於いては、前述のように、スペクトル減衰部35により所望の周波数成分を減衰させることにより、再生音質を改善することができるものであり、このスペクトル減衰部35と同じ特性のスペクトル減衰部を復号化装置に設けることにより、符号化装置側から伝送される音声／雑音区間の検出結果を基に、音声区間ではスペクトル減衰部をオフとし、雑音区間ではスペクトル減衰部をオンとして、スペクトル平滑部により強調された周波数成分を減衰させることにより、再生音質を改善することができる。

【0077】スペクトル減衰部35は、前述の各実施の形態に於けるスペクトル減衰部と同様に、スペクトル平滑部による平滑化処理によって強調された周波数成分を減衰させるものであるから、高域周波数成分が強調される場合はローパスフィルタ構成を適用し、又低域周波数成分が強調される場合はハイパスフィルタ構成を適用することかできる。又バンドパスフィルタ構成等を適用することもできる。

【0078】又誤差評価部47に於いては、入力信号 $s(n)$ と、スイッチ回路SW4を介して入力される信号 $s_3(n)$ との誤差を、ユークリッド距離や聴覚重み付きユークリッド距離等を用いて求めることができる。

【0079】適応符号帳36から過去の励起信号を取り出す位置(ラグ)を変更しながら各ラグに於ける誤差を計算し、誤差評価部47に於いて最も誤差が小さくなるラグ(最適ラグ)を決定する。この最適ラグは、インデックス情報Index1として復号化装置側へ伝送される。又最適ラグに於けるゲイン G_0 は、ゲイン量子化部45により量子化されて、インデックス情報Index4として復号化装置側へ伝送される。

【0080】又雑音符号帳37は、L本の雑音符号ベクトルが格納されており、前述の最適ラグに於ける適応符号帳36からの励起信号に基づく再生信号 $s_1(n)$ と入力信号 $s(n)$ との差分をターゲット信号 $t_g(n)$ とし、雑音符号帳38から取り出した雑音符号ベクトル $x(n)$ に適当なゲインを乗じて得られた信号を、LPC合成フィルタ部33に入力して再生信号 $s_1(n)$ を求める。

【0081】音声区間の場合は、この信号 $s_1(n)$ を

$s_3(n)$ とし、又雑音区間の場合は、信号 $s_1(n)$ をスペクトル減衰部35により所望の周波数成分を減衰させた信号 $s_2(n)$ を $s_3(n)$ とし、この s_3

(n) の信号とターゲット信号 $t_g(n)$ との誤差を求める。他の雑音符号ベクトルについても同様に処理してターゲット信号 $t_g(n)$ との誤差を求める。そして、最も誤差が小さくなる雑音符号ベクトルを決定し、この最適雑音符号ベクトルのインデックス情報Index2を復号化装置側へ伝送する。

【0082】又最適雑音符号ベクトルのゲイン G_1 は、ゲイン量子化部46により量子化され、インデックス情報Index5として復号化装置側へ伝送される。復号化装置側では、符号化装置の適応符号帳36と雑音符号帳37と同じ適応符号帳と雑音符号帳とを設けることにより、適応符号帳からインデックス情報Index1に従った最適ラグの励起信号を取り出し、又雑音符号帳からインデックス情報Index2に従った最適雑音符号ベクトルを取り出し、又インデックス情報Index4により適応符号帳ゲイン G_0 を求め、又インデックス情報Index5により雑音符号帳ゲイン G_1 を求めることができる。

【0083】従って、入力信号 $s(n)$ が音声区間の場合はLPC分析により得られた第1のLPC係数 α_i を用い、又雑音区間の場合は平滑化処理した第2のLPC係数 β_i を用いると共に、平滑化処理によって強調された周波数成分をスペクトル減衰部35により減衰させるから、再生雑音区間に於ける耳障りな再生音を抑制することができる。

【0084】又雑音区間と音声区間とがそれぞれ比較的に長い期間継続する場合は、前述の符号化手段を適用して、前述のような再生音質の改善を図ることができる。しかし、雑音区間が短く、音声区間と雑音区間とが頻繁に変化するような場合、再生音は断続した感じが強くなり、不自然な音となる。又背景雑音レベルが大きい場合は、音声区間にも背景雑音が重畳している場合が多いから、音声区間から雑音区間に変化した時に、スペクトル平滑化処理等により再生音の周波数特性が急激に変わると、聴覚的に不自然な印象を与える再生音となる。

【0085】そこで、復号化手段の場合の実施の形態と同様に、スペクトル平滑化処理を時間的に滑らかに変化させる。即ち、スペクトル平滑部34に於いて、第1のLPC係数 α_i に対して平滑化係数 g を乗算して第2のLPC係数を求める。この平滑化係数 g を1に近づける程、元のスペクトルに近いスペクトルとなり、反対に0に近づける程、平坦なスペクトルとなる。そこで、平滑化係数 g を時間的に変化させる。例えば、平滑化係数 g を初期値の1から最終値の g_1 までDフレーム数にわたって直線的に減少させることができる。

【0086】それによって、音声区間から雑音区間へ変わった直後のDフレーム数にわたって、元のスペクトル

から徐々に平坦なスペクトルになるように変化し、極端な周波数特性の変化が生じないから、雑音区間と音声区間とが頻繁に変わるような場合でも、再生音の断続感を抑制することができる。

【0087】図7は本発明の第5の実施の形態の説明図であり、図6と同一符号は同一部分を示し、35aはスペクトル減衰部、35-1~35-Mはスペクトル減衰器、SW5、SW6はスイッチ回路である。この実施の形態に於いて、スペクトル減衰部35aを除く部分は、図6と同様であるから重複した説明を省略する。

【0088】スペクトル減衰部35aは、それぞれ周波数特性の異なる複数のスペクトル減衰器35-1~35-Mを備え、スイッチ回路SW5、SW6によって選択されるものであり、携帯電話システムやTV会議システム等に於ける背景雑音は、空調音、自動車の走行音、周囲の話し声等の多種多様の周波数特性の雑音が存在する。従って、雑音区間のスペクトル平滑化処理を行った場合に生じる耳障りな再生音の要因となる周波数成分もそれぞれ相違することになる。

【0089】そこで、選択情報によってスイッチ回路SW5、SW6を制御し、雑音区間に於いてスイッチ回路SW3、SW4によりスペクトル減衰部35aが切替接続された時に、雑音の特性に対応して選択されたスペクトル減衰器が選択接続されることになり、従って、スペクトル平滑化処理によって強調された周波数成分を減衰させて、再生音質を向上することができる。

【0090】選択情報は、ユーザが背景雑音の種類に対応して入力することもできるが、例えば、スペクトル平滑処理前後の周波数スペクトルを比較し、予め設定された閾値以上に強調された周波数成分を減衰させるのに最適なスペクトル減衰器を選択接続するように、選択情報を形成することもできる。

【0091】本発明は、前述の各実施の形態にのみ限定されるものではなく、種々付加変更することができるものであり、又前述のCELP方式のみでなく、LD-CELP (Low Delay Code Excited Linear Prediction) 方式やVSELP (Vector Sum Excited Linear Prediction) 方式等のLPC係数を抽出する各種の方式にも適用できるものである。

【0092】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、LPC係数を用いた音声の符号化、復号化方法及び符号化、復

号化装置に於いて、音声区間と雑音区間とを識別し、雑音区間に於いては、第1のLPC係数 α_i を、周波数スペクトルを平坦なものとする平滑化処理を行った第2のLPC係数 β_i として、LPC合成フィルタ部に、励起信号と共に入力して再生信号を得ると共に、平滑化処理によって強調された周波数成分をスペクトル減衰部により減衰させるのであり、分析窓を音声区間と同一とした雑音区間に於ける周波数スペクトルの時間的な変動を平坦とし、且つ強調された周波数成分を減衰させて、再生音の不自然さを無くすと共に耳障りな音を抑制することができる利点がある。

【0093】又スペクトル平滑部に於ける平滑化処理を時間的に滑らかに変化させることにより、音声区間と雑音区間とが頻繁に切替えられるような場合でも、周波数特性の急激な切替えが生じないことにより、再生音の断続感を取り除くことができる利点がある。

【0094】又復号化に於いて、量子化雑音を低減する為のポストフィルタ部を設けた場合、音声区間のみ動作させ、雑音区間では作用させないように制御することにより、雑音区間に於けるスペクトル平滑化処理及びスペクトル減衰処理による効果を削減しないようにすることができる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理説明図である。

【図2】本発明による空調音スペクトルである。

【図3】本発明の第1の実施の形態の説明図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態の説明図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態の説明図である。

【図6】本発明の第4の実施の形態の説明図である。

【図7】本発明の第5の実施の形態の説明図である。

【図8】CELP方式の説明図である。

【図9】空調音スペクトル (分析窓30ms) である。

【図10】空調音スペクトル (分析窓120ms) である。

【図11】周波数スペクトルの一例の説明図である。

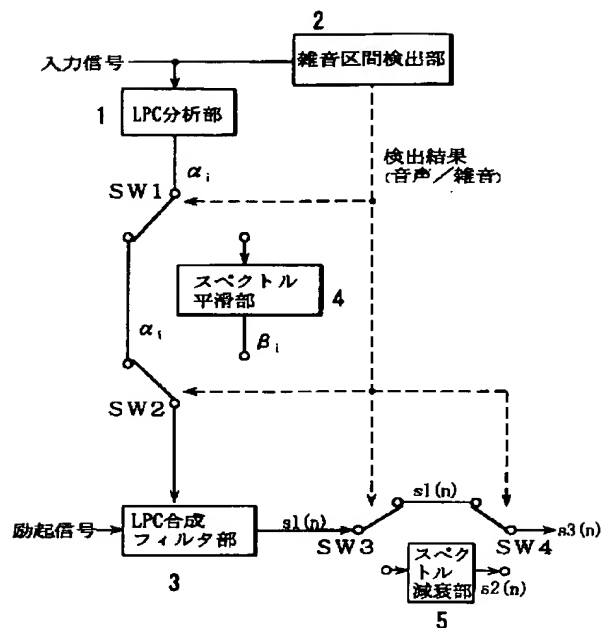
【図12】平滑化前と後との空調音スペクトルである。

【符号の説明】

- 1 LPC分析部
- 2 雑音区間検出部
- 3 LPC合成フィルタ部
- 4 スペクトル平滑部
- 5 スペクトル減衰部

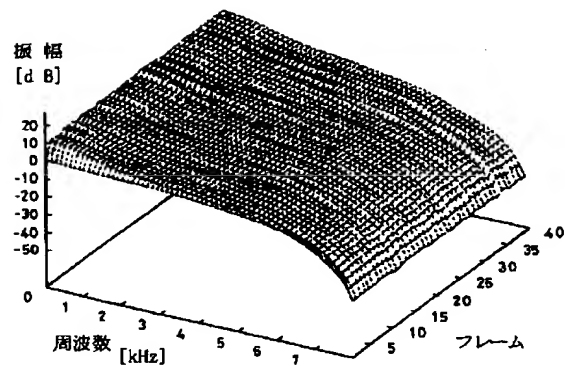
【図1】

本発明の原理説明図



【図2】

本発明による空調音スペクトル

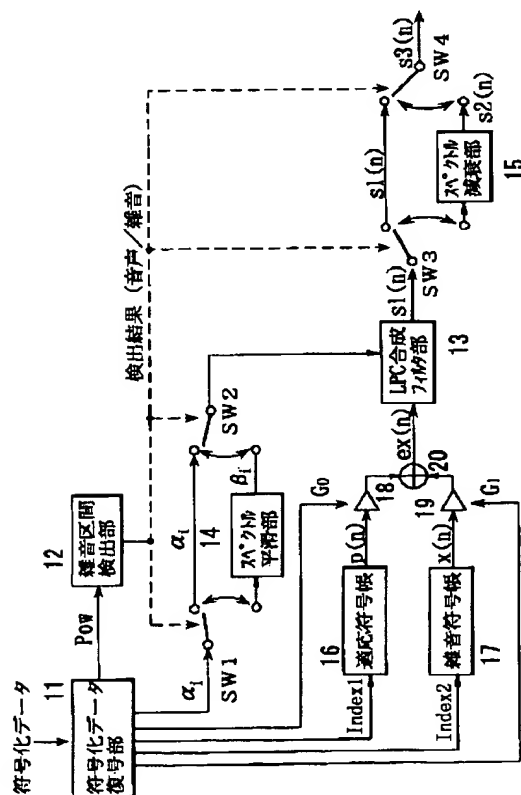
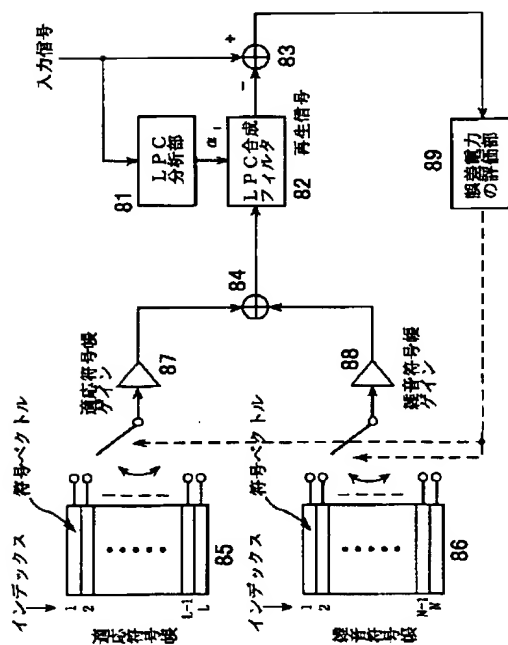


【図3】

本発明の第1の実施の形態の説明図

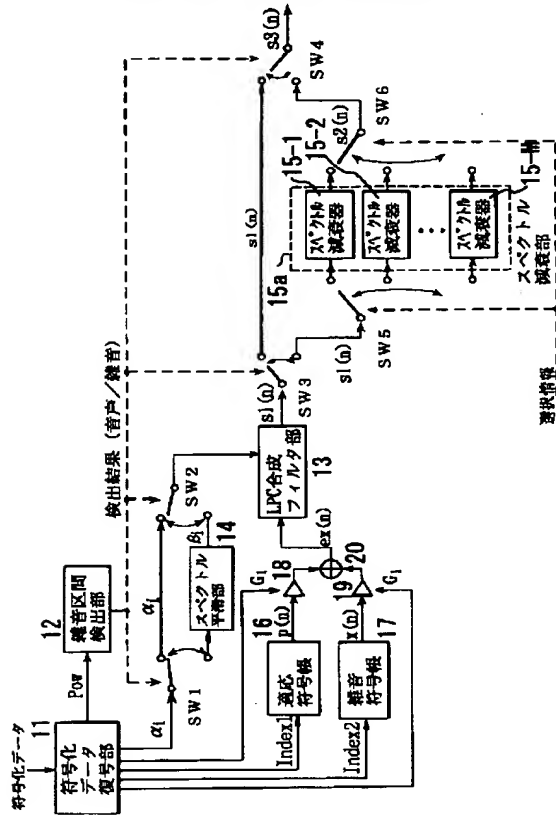
【図8】

CELP方式の説明図



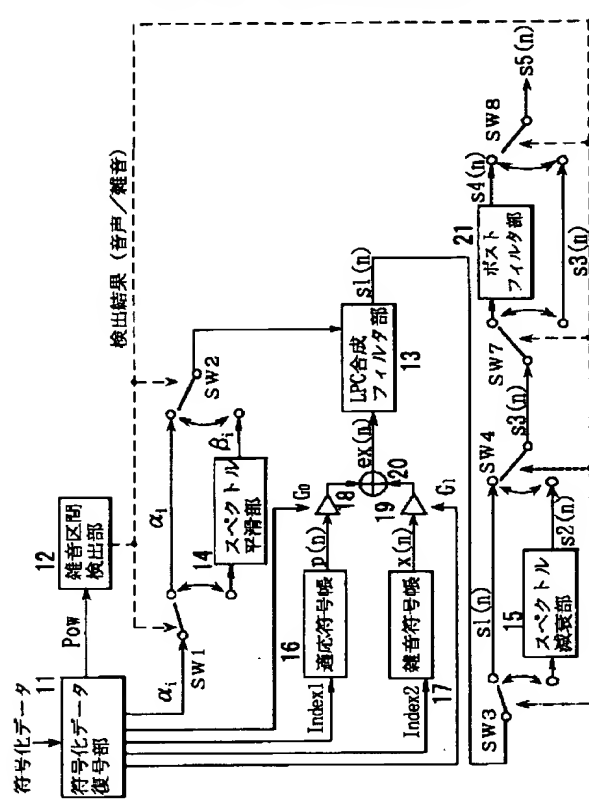
【図4】

本発明の第2の実施の形態の説明図



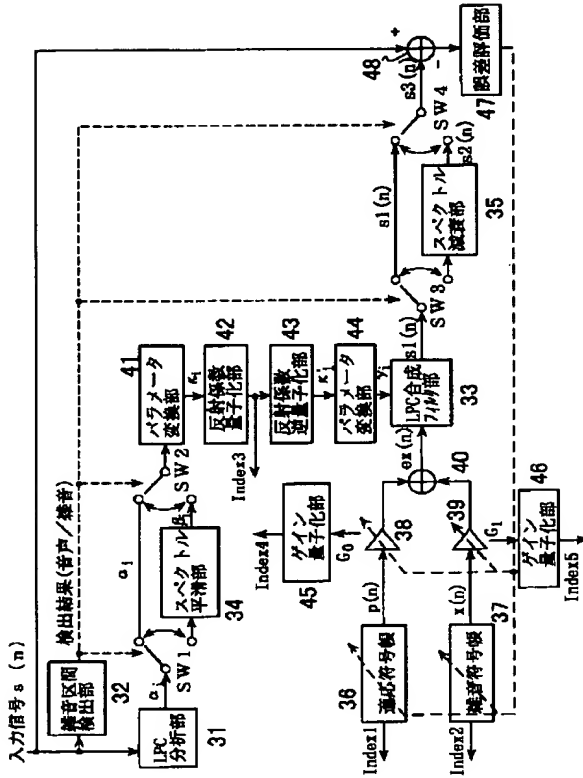
【図5】

本発明の第3の実施の形態の説明図



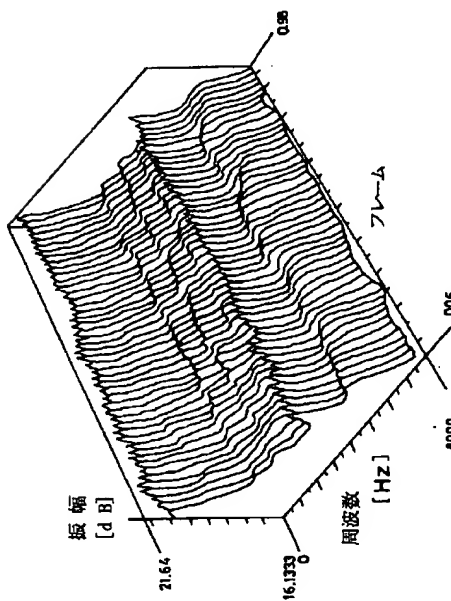
【図6】

本発明の第4の実施の形態の説明図



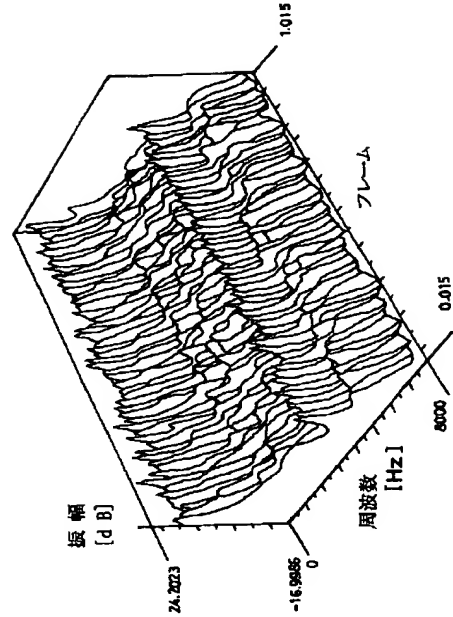
【図10】

空調音スペクトル (分析窓120ms)



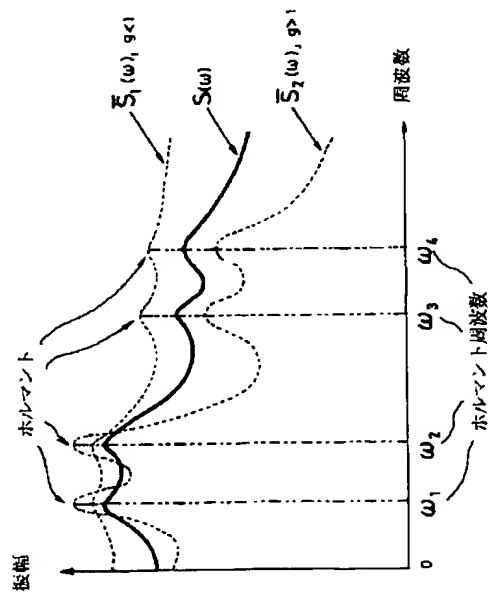
【図9】

空調音スペクトル (分析窓30ms)

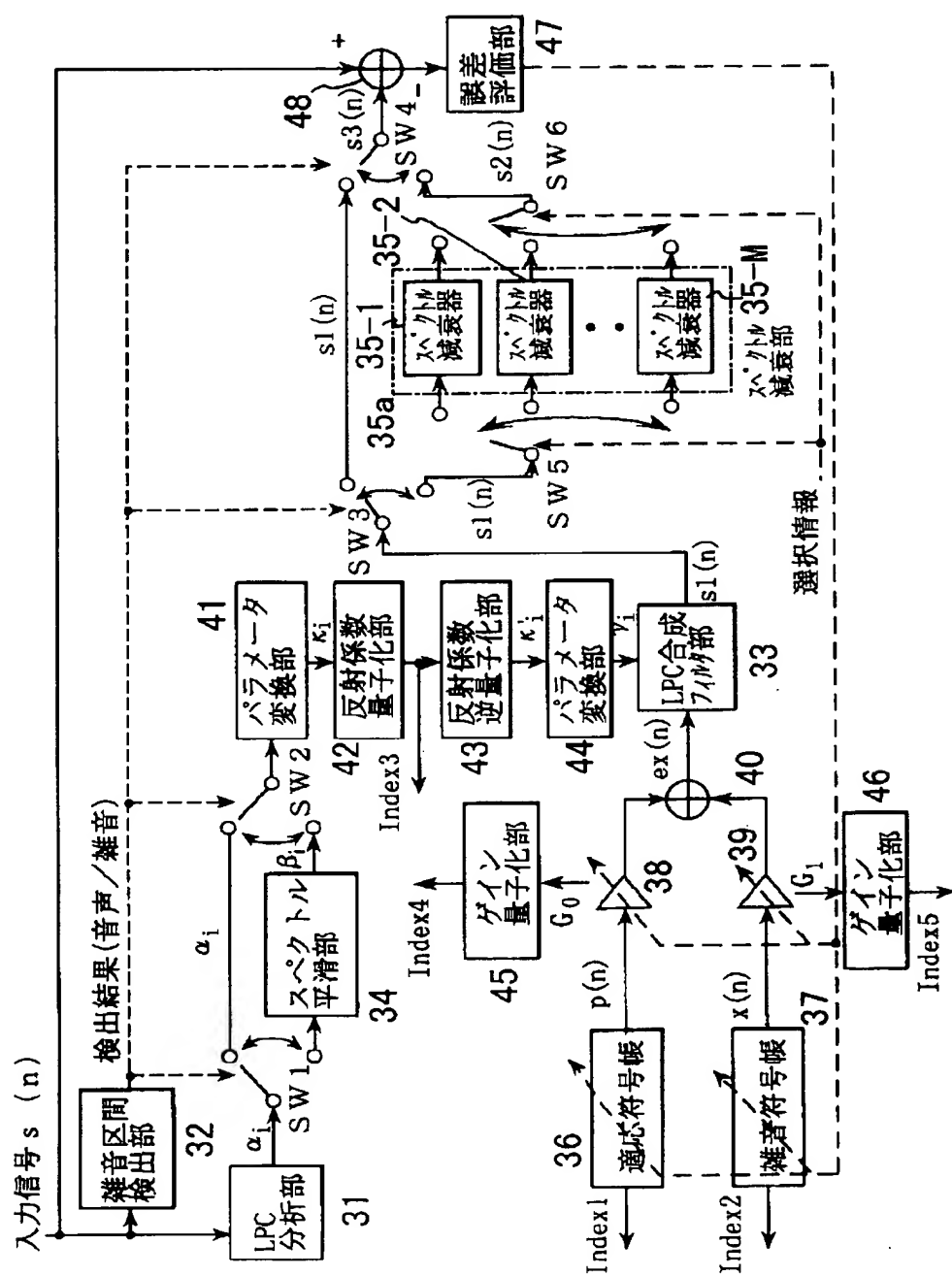


【図11】

周波数スペクトルの一例の説明図



本発明の第 5 の実施の形態の説明図



【図12】

平滑化前と後の空調音スペクトル

